

**PENGENDALI KAMERA JARAK JAUH  
DENGAN MEMANFAATKAN DUAL TONE MULTI FREQUENCY  
BERBASIS MIKROKONTROLER AT89C51**

Muhammad Rofiq, ST  
Dosen STMIK ASIA Malang

**Abstract**

Saat ini dipasaran banyak sekali alat pengaman dengan menggunakan kamera. Tetapi kebanyakan alat yang telah ada adalah jenis statis. Kalaupun ada yang jenis dinamis, pasti harganya mahal. Alat ini adalah alat dengan sistem kendali jarak jauh yang menggunakan gelombang FM sebagai media transmisinya. Data digital yang akan ditransfer, dikodekan terlebih dahulu menggunakan sinyal DTMF.

Prinsip kerja alat ini diawali dengan penekanan tombol keypad pada bagian pemancar. Tombol keypad akan mengirim data digital 4 bit pada enkoder DTMF untuk selanjutnya dikodekan menjadi sinyal DTMF. Sinyal ini dikuatkan dan kemudian akan ditransmisikan dalam bentuk gelombang FM. Sinyal keluaran dari penerima FM dikodekan kembali menjadi sinyal digital oleh dekoder DTMF yang digunakan sebagai input dari mikrokontroler untuk menggerakkan motor dan relay. Mikrokontroler yang digunakan adalah AT89C51 buatan ATMEL Corp. Jarak antara modul pemancar dan modul penerima 8 meter. Presentase kesalahan frekuensi tinggi DTMF sebesar -0,38% sedangkan presentase kesalahan frekuensi rendah DTMF sebesar -0,25%. Tingkat kesalahan maksimum yang masih bisa ditoleransi sebesar 0,64%

**LATAR BELAKANG**

Keamanan telah menjadi kebutuhan penting dalam kehidupan saat ini. Perusahaan kecil, menengah atau besar, membutuhkan sistem keamanan untuk meminimalisir gangguan baik pencurian atau perampokan. Peralatan keamanan yang digunakan biasanya tanpa memperhitungkan besarnya biaya. Salah satu peralatan keamanan tersebut adalah kamera. Pada umumnya kamera diletakkan disudut ruangan atau tempat strategis tertentu yang membutuhkan pengamatan. Pada perusahaan atau supermarket dengan area yang luas, penempatan posisi kamera biasanya berjauhan dari pusat keamanan dimana aktifitas pengamatan dilakukan. Hal ini akan memakan biaya yang cukup besar untuk proses transfer data antara ruang pengontrol dengan kamera-kamera yang ditempatkan. Belum lagi harga dari kamera dengan motor penggerak terintegrasi yang harganya cukup mahal.

Suatu sistem nirkabel dengan transfer data digital dapat menggunakan sinyal DTMF. DTMF dialer merupakan suatu sistem pensinyalan, biasa digunakan pada pelanggan telepon dimana sinyal dikirim dalam dua bentuk frekuensi yang berbeda, yaitu kombinasi frekuensi atas dan bawah. DTMF memiliki kemampuan untuk mengkodekan data digital 4 bit.

Dalam penelitian ini akan merencanakan sistem keamanan berbasis mikrokontroler AT89C51, menggunakan kamera analog dan gelombang FM sebagai jalur transmisinya. Transfer data pemancar ke penerima dengan memanfaatkan sinyal DTMF. Pengendali gerak motor yang kemudian digunakan untuk menggerakkan kamera dengan memanfaatkan IC Mikrokontroler AT89C51

## **RUMUSAN MASALAH**

Sesuai dengan permasalahan diatas, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana merancang dan membuat rangkaian pembangkit dan penerima DTMF
2. Bagaimana membuat program untuk mikrokontroler sebagai antarmuka dengan motor stepper
3. Bagaimana membuat rangkaian relay sebagai pengaktif kamera jarak jauh.
4. Bagaimana mengintegrasikan rangkaian-rangkaian DTMF, mikrokontroler, motor stepper, relay dan kamera ke dalam sebuah sistem pengendali kamera jarak jauh

## **TUJUAN PENELITIAN**

Tujuan dari penelitian ini adalah merancang sebuah alat keamanan pengendali kamera jarak jauh berbasis mikrokontroler AT89C51 dengan pengkodean sinyal dari rangkaian DTMF

## **TINJAUAN PUSTAKA**

DTMF (*Dual Tone Multi Frequency*) *dialer* merupakan suatu sistem pensinyalan yang biasa digunakan pada pelanggan telepon dimana sinyal dikirim dalam bentuk dua frekuensi yang berbeda yaitu kombinasi frekuensi atas dan frekuensi bawah. (William, 1984)

IC TP5088 merupakan jenis enkoder DTMF yang merupakan perangkat yang dapat menghasilkan tone-dialing yang dalam aplikasinya dapat digunakan pada hubungan telepon. Data masukan yang berupa 4 data biner akan dikodekan secara langsung tanpa memerlukan konversi untuk mensimulasikan masukan yang dibutuhkan oleh pembangkit DTMF standart. (National Semiconductor Corporation, 3-5)

IC MT8870 adalah salah satu dekoder DTMF yang dapat merespon kode-kode sinyal DTMF ke dalam 4 bit data biner yang sesuai. Salah satu jenis dekoder DTMF dalam bentuk IC 18 pin adalah MT8870. IC jenis MT8870 adalah rangkaian dekoder yang terintegrasi produk Mitel Inc. Fungsinya adalah untuk mendeteksi atau menterjemahkan sinyal suara menjadi kode biner 4 bit. (Data Book IC Mitel 8870, 1987)

Mikrokontroler AT89C51 yang diproduksi oleh ATMEL Company merupakan salah satu anggota keluarga dari MCS-51. IC jenis ini berorientasi pada kontrol yang dapat diprogram ulang. Mikrokontroler AT89C51 mempunyai karakteristik utama yaitu CPU dengan lebar data 8 bit, prosesor Boole untuk operasi logika 1 bit, ruang memori program sebesar 64 *kbyte*, ruang memori data sebesar 64 *kbyte*, EPROM sebesar 4 *kbyte* untuk memori program pada *chip*, RAM sebesar 256 *byte* untuk memori data pada *chip*, 32 jalur bidirectional (dapat digunakan sebagai masukan atau keluaran) dan setiap jalur bit dapat dialamati, 2 buah *counter/timer* 16 bit, UART (*Universal Asynchronous Receiver Transmitter*) *full duplex*, 5 jalur interupsi dengan 2 tingkat prioritas yang dapat deprogram, osilator internal terdapat dalam *chip* (Atmel, 1997)

Motor stepper adalah salah satu jenis motor yang berputar berdasarkan derajat-derajat tertentu sebagai respon terhadap masukan pulsa elektrik. Ukuran derajat pergerakan normalnya adalah 1,9° untuk masing-masing pulsa elektrik. Motor stepper memiliki magnet permanent pada rotor dan stator yang terdiri dari empat lilitan dc. Keempat lilitan tersebut diaktifkan dan dinonaktifkan berdasarkan aturan tertentu sehingga dapat membentuk masing-masing step pada rotor. (Stepper motor information sheet. Pdf2)

Relay merupakan saklar elektromagnetik dan menggunakan medan magnet dari sebuah kumparan untuk membuka dan menutup satu atau beberapa kontak saklar. Kontak relay yang ada dipasaran tersedia dalam berbagai konfigurasi. Konfigurasi pensaklaran diidentifikasi sesuai

jumlah kutub (P, pole) dan banyaknya posisi saklar (T, throw). Jumlah kutub dan banyaknya posisi saklar didahului dengan huruf S (single) dan huruf D (Double). Sehingga berdasarkan jumlah kutub dan banyaknya posisi saklar ada 4 jenis relay, yakni SPST, DPST, SPDT, dan DPDT.

Bagian utama dari kamera adalah tabung kamera atau lebih sering disebut *vidicon*. Pada dasarnya tabung kamera mengambil bayangan optic dari objek dan mengubah masukan cahaya menjadi perubahan listrik yang sesuai untuk sinyal video. Konversi bidang gambar menjadi sinyal video dilakukan dengan proses scanning. Proses scanning dilakukan dari kiri ke kanan dalam tiap-tiap garis horizontal dan dari atas ke bawah garis demi garis. Untuk mengatur waktu scanning horizontal dan vertical ditambahkan pulsa sinkronisasi. Sinyal video yang telah diubah menjadi sinyal listrik, dikuatkan dan dimodulasi dalam suatu rangkaian tertutup. Pada bagian akhir sistem video, tabung gambar mengubah tegangan sinyal video dari masukan menjadi cahaya pada keluaran. Informasi yang dapat dilihat, dihasilkan kembali pada layer tabung gambar sebagaimana objek yang ditangkap kamera. (Grob, 1989)

## **METODE PENELITIAN**

Perancangan alat pada dasarnya menggunakan data sekunder dari literatur tetapi jika data sekunder ini tidak tersedia, percobaan awal dilakukan untuk memperoleh data primer. Perancangan dilakukan dengan menggunakan pendekatan moduler mulai dari masukan menuju keluaran. Metode ini digunakan baik untuk perancangan perangkat keras maupun perangkat lunak.

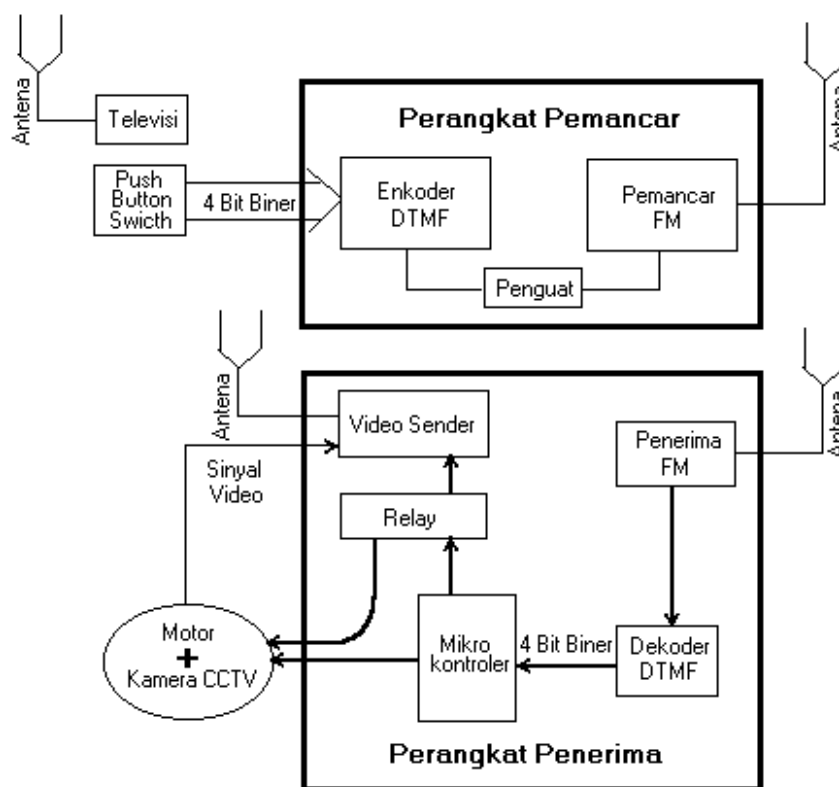
Hasil rancangan yang berupa rangkaian per blok diimplementasikan menjadi satu kesatuan pada sebuah PCB (*Printed Circuit Board*). Layout PCB tersebut dibuat dengan menggunakan Program Protel 98. Perangkat lunak yang dirancang dalam bentuk diagram alir diimplementasikan sebagai program Assembler dengan menggunakan Program Pinnacle. Untuk memasukkan program ini ke mikrokontroler digunakan emulator HB2000.

Pengujian dilakukan terhadap modul-modul sistem dengan cara mengevaluasi hasil keluaran tiap modul untuk masukan-masukan tertentu berdasarkan rancangan yang telah dibuat. Setelah masing-masing blok bekerja sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan, dilakukan pengujian keseluruhan sistem yang berupa alat yang sudah jadi.

## **PERENCANAAN DAN PEMBUATAN ALAT**

### **1. Blok diagram sistem**

Blok diagram sistem secara keseluruhan ditunjukkan dalam Gambar 1. Secara umum sistem ini dapat dikelompokkan menjadi dua bagian, modul pengirim (transmitter) dan modul penerima (receiver). Sedangkan media perantaranya adalah udara.



Gambar 1 Blok Diagram Pengendali Kamera Jarak Jauh

## 2. Perencanaan Perangkat Keras

### 2.1 Modul Pengirim

#### Rangkaian masukan keypad

Rangkaian keypad berupa saklar push button (S1, S2, S3, dan S4) yang apabila tidak ditekan rangkaian akan menyebabkan hubung buka (normally open). Rangkaian keypad terhubung dengan Encoder DTMF yang mengubah nilai digital menjadi frekuensi dengan besar tertentu. Pemicuan Encoder ini terletak pada pin TOE (Tone Enable) dalam kondisi tepi naik (rising edge). Saat semua saklar belum ditekan, maka seluruh sinyal data dalam kondisi tinggi dan sinyal Tone Enable dalam kondisi rendah. Saat salah satu saklar ditekan, maka sinyal Tone Enable akan berkondisi tinggi sehingga IC TP5088 akan bekerja. Dalam perancangan keypad menggunakan empat gerbang XOR untuk mensinkronisasikan delay time antara TP5088 dengan delay saklar.

#### Encoder DTMF

Rangkaian enkoder DTMF dalam perencanaan ini menggunakan IC TP5088 yang dapat menghasilkan tone dialing. Masukan IC ini berupa 4 buah data biner dan selanjutnya akan dikodekan secara langsung menjadi tone sesuai dengan kode masukan yang diberikan. Nada DTMF yang dihasilkan akan diteruskan ke sebuah resistor variable yang berfungsi untuk mengatur amplitude dari nada tersebut.

#### Penguat audio

Penguat tegangan audio selain berfungsi sebagai buffer, rangkaian ini juga berfungsi untuk menyesuaikan tegangan keluaran DTMF agar dapat dipancarkan dengan baik sehingga sinyal tersebut sesuai dengan tegangan input minimum rangkaian pemancar.

### *Pemancar FM*

Pemancar FM dalam sistem ini mempunyai frekuensi pancar pada daerah 90 MHz digunakan untuk mengirimkan data dengan memanfaatkan media transmisi gelombang radio FM. Paket data yang dikirim melalui keypad merupakan data digital. Agar data tersebut dapat ditransmisikan melalui udara atau gelombang radio yang termodulasi frekuensi, maka data-data itu diubah ke dalam bentuk sinyal DTMF. Dekoder DTMF ini mampu membangkitkan 16 pasang nada atau frekuensi yang mewakili bentuk-bentuk data digital tersebut.

## **2.2 Modul penerima**

### *Penerima FM*

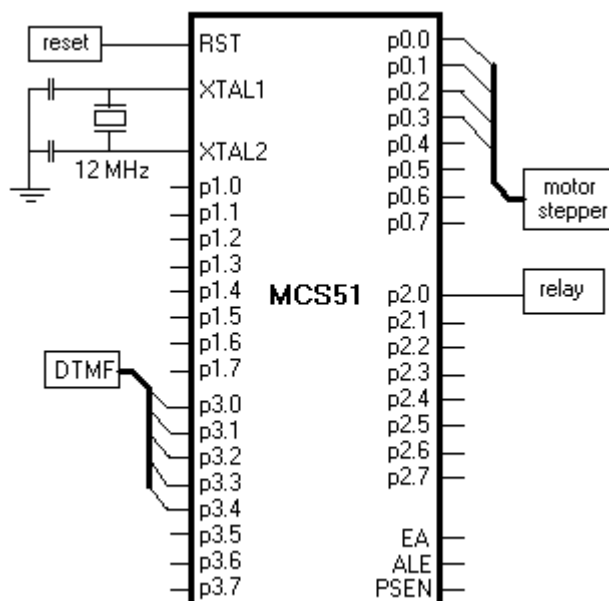
Radio penerima FM digunakan untuk menerima sinyal informasi yang telah dikirimkan oleh pemancar. Penerima ini memisahkan sebuah sinyal informasi yang dikehendaki dari sinyal radio lain yang memungkinkan diterima oleh antena dan menolak sinyal lain tersebut. Sinyal informasi tersebut berupa paket data yang dipisahkan dari sinyal pembawa radio kemudian diteruskan untuk diubah kembali ke dalam bentuk data digital yakni dalam bentuk sinyal DTMF.

### *Dekoder DTMF*

Pendekode sinyal DTMF menggunakan IC MT8870. IC MT8870 merupakan chip yang dibuat khusus sebagai pendekode sinyal DTMF yang dalam bekerjanya ditambahkan beberapa komponen penunjang. Prinsip kerjanya adalah jika ada sinyal nada yang diterima input akan diterjemahkan dan menghasilkan keluaran yang berupa kode biner 4 bit yang akan menunjukkan pasangan nada yang diterimanya.

### *Mikrokontroler AT89C51*

Sistem mikrokontroler beserta komponen pendukungnya secara lengkap ditunjukkan dalam Gambar 2.



Gambar 2 Sistem mikrokontroler

### Unit relay

Rangkaian ini berfungsi untuk mengaktifkan/menonaktifkan kamera dan video sender. Jenis relay yang dipakai adalah DPDT karena saluran yang diputus sepasang. Dalam rangkaian relay diperlukan transistor sebagai penguat arus. Hal ini dikarenakan karena keluaran port mikrokontroler sangat kecil yaitu sebesar 10mA.

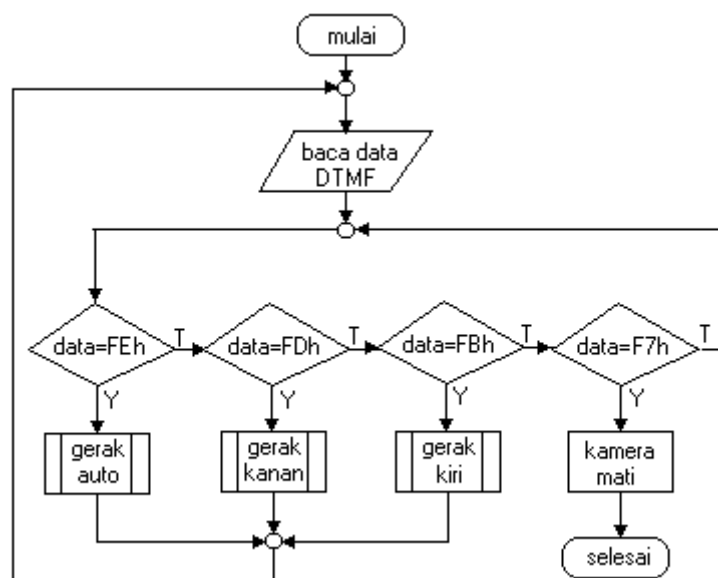
### Motor stepper

Motor stepper digunakan sebagai penggerak dari kamera yang dikendalikan oleh mikrokontroler sesuai dengan program yang telah ditulis. Motor stepper bergerak sebesar  $2^\circ$  tiap step, sehingga memudahkan perancangan dalam menentukan besar sudut yang diinginkan.

## 3. Perancangan Perangkat Lunak

### Diagram Alir Program Utama

Pada diagram alir program utama menjelaskan proses kerja sistem secara keseluruhan. Flow chat untuk program utama ditunjukkan dalam Gambar 3



Gambar 3 Diagram alir program utama pengendali kamera

## PENGUJIAN

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui tingkat keberhasilan perancangan alat. Pengujian yang dilakukan meliputi pengujian tiap blok rangkaian dan keseluruhan sistem. Hasil pengujian kemudian dibandingkan dengan perancangan, dan selanjutnya dianalisa.

Pengujian rangkaian meliputi :

- Pengujian keypad
- Pengujian enkoder DTMF
- Pengujian dekoder DTMF
- Pengujian minimum sistem
- Pengujian *relay*
- Pengujian *driver motor*
- Pengujian keseluruhan

**Analisis**

1. Dari hasil pengujian keypad dapat dilihat dari menyala tidaknya peraga 4 bit led. Nyala led sesuai dengan data yang diberikan. Dari hasil pengujian menunjukkan bahwa keypad bekerja dengan baik sesuai dengan keluaran yang diinginkan.
2. Dari hasil pengujian enkoder DTMF, prosentase kesalahan frekuensi tinggi terhadap standart adalah -0,38%, sedangkan pada frekuensi rendah adalah -0,25%. Sehingga dapat disimpulkan bahwa pembangkit DTMF telah memenuhi syarat, karena tingkat kesalahan yang diperbolehkan adalah 64%.
3. Dari hasil pengujian dekoder DTMF didapatkan hasil bahwa rangkaian dekoder DTMF dapat menunjukkan data biner 4 bit sesuai dengan pengindra yang aktif, sehingga dapat disimpulkan bahwa rangkaian dapat bekerja sesuai dengan perencanaan.
4. Pada pengujian minimum sistem diperoleh hasil bahwa perangkat lunak yang dituliskan ke dalam mikrokontroler sudah sesuai dengan perancangan.
5. Pada pengujian relay diperoleh hasil bahwa relay dapat bekerja dengan baik. Hal ini ditunjukkan dengan nyala led.
6. Pada pengujian motor stepper dengan mikrokontroler diperoleh hasil bahwa rangkaian dapat bekerja dengan baik, yaitu ketika keenpat kaki basis D400 diberi masukan sinyal dari mikrokontroler, maka motor dapat berputar baik ke kanan maupun ke kiri.
7. Dari hasil pengujian secara keseluruhan, dapat diamati bahwa keseluruhan alat berfungsi dengan baik pada jarak  $\pm 8$  meter.

**KESIMPULAN DAN SARAN HASIL PENELITIAN****1. KESIMPULAN**

- a. Jarak maksimal antara modul pemancar dengan modul penerima sejauh  $\pm 8$  meter.
- b. Beda amplitude antara kelompok atas (High Group) dan kelompok bawah (Low Group) DTMF Tone adalah 1,85 dB atau sebesar 92,5% dari nilai maksimum yang diperbolehkan yaitu sebesar 2 dB.
- c. Persentase kesalahan frekuensi tinggi DTMF adalah -0,38% sedangkan persentase kesalahan frekuensi rendah DTMF adalah -0,25%. Tingkat kesalahan maksimum yang masih bisa ditoleransi adalah 0,64%.
- d. Peralatan yang mendukung proses pengubahan sinyal video menjadi gelombang VHF (Very High Frequency) berupa video sender. Dalam hal ini menggunakan channel 9 VHF atau frekuensi 186 MHz. Jarak maksimal antara gelombang VHF yang dipancarkan video sender dengan pesawat televisi adalah 40m.

**2. SARAN**

- a. Untuk pengembangan lebih lanjut proses komunikasi data dapat mempergunakan pemancar FM dengan daya pancar lebih tinggi atau media RF yang berbeda dengan daya jangkauan yang lebih jauh. Jika jarak antara modul pemancar dan penerima dapat melebihi 40m, maka diharapkan juga memberikan rangkaian penguat RF pada video sender agar gelombang VHF yang dipancarkan dapat diterima dengan baik.
- b. Agar proses transfer data dapat lebih cepat dapat digunakan modem FSK (Frequency Shift Keying) yang memiliki baud rate yang lebih tinggi dibandingkan dengan DTMF.
- c. Penambahan mekanis untuk mengatur focus kamera dapat lebih mempertajam gambar yang akan ditangkap kamera.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Atmel, 1997. *AT89C51 8-bit Mikrokontroler with 4K Byte flash* :  
<http://www.atmel.com>
- Coughlin, Robert F dan Frederick F. Driscoll. 1994. *Penguat Operasional dan Rangkaian Terpadu Linear, Edisi kedua, Terjemahan Herman Widodo S.* Jakarta: Erlangga
- Grob. 1989. *Prinsip-prinsip Elektronik.* Jakarta: Erlangga
- Malvino, Albert Paul. 1993. *Elektronika Komputer Digital Pengantar Mikrokomputer, Edisi kedua, Alih bahasa Tjia may On.* Jakarta: Erlangga
- Malvino, Albert Paul. 1996. *Prinsip-Prinsip Elektronik, Edisi kedua, Terjemahan Hanapi Gunawan.* Jakarta: Erlangga
- Mismail, Budiono. 1995. *Rangkaian Listrik, jilid 1.* Bandung : ITB
- Nalwan, Paulus Andi. 2003. *Panduan Praktis Teknik Antarmuka dan Pemrograman Mikrokontroler AT89C51.* Jakarta: PT Elek Media Komputindo
- National Semiconductor Cooperation. 1999. *Dual Tone Multi Frequency*:  
<http://www.national.com>
- Soejana. 2000. *Pengukuran Alat-alat Listrik.* Jakarta: Erlangga
- William. 1984. *Dual Tone Multi Frequency.* Jakarta: Erlangga